

*translation*

09/830643  
JC18 d PCT/PTO 27 APR 2001

(19) German Federal  
Republic

(12) **Patent Application** (61) Int.Cl.3  
**H 04 L 1/12**  
(11) **DE 3304451 C1**  
H 04 L 5/18  
G 08 G 1/07

The German Patent  
Office

(21) File No. P 33 04 451.1-31  
(22) Date of application: 9.2.83  
(43) Date of publication: --  
(45) Date of publication of  
patent confirmation: 18.10.84

Within 3 months after publication of the patent confirmation, claims can be submitted.

(73) Patent holder:  
Siemens AG, 1000 Berlin and 8000 Munich, DE

(72) Inventor:  
Kappeller, Reinhard, 8000 Munich, DE

(58) Documents received during the examination process according to paragraph 44 of the  
patent law:  
NOTHING WAS FORWARDED

(Rubber stamp: property of the authorities)

(64) Procedure and installation for bi-directional transmission of information  
between a stationary main station and several mobile secondary stations.

The invention concerns a procedure and installation for the bi-directional transmission of information between a stationary main station (H) and several mobile secondary stations (U1, U2, ...) by means of electromagnetic waves, for example, spark signals or infrared light signals. For the purpose of transmission of information, a common carrier frequency and/or a common transmission format is provided. The transmission takes place in the form of data blocks (DB1, DB2, ...), in which each secondary station (U) after reception of a valid data block (DB1) sends to the main station (H) a data block within a randomly selected period of time (ZB) and, in addition to the information data, a specific code number (CN) for each secondary station and the pertaining time range number (ZBN). After reception of valid data blocks, the main station (H) will return a data block (DB3) with a reception signal (ZBN + CN) for those secondary stations (U) whose data were correctly received. At this time, the transmitters of the relevant secondary stations are blocked. The head station (H) can send and receive alternatively, or send all the time according to a preset impulse frame, while the main station (H) will be switched to "ready for reception" between the transmission impulses.

1. Procedure for the bi-directional transmission of information between a main station (H) and several secondary stations (U1,U2,...) by means of electromagnetic waves, in which the main station (H) is a stationary transmission/reception station and the secondary stations (U1,U2,...) are a limited number (m) of several (n) mobile reception/transmission stations, wherein for the transmission of information a common carrier frequency and/or a common transmission format exists, at least within a transmission or reception range (SEB), between the main station (H) and the secondary stations (U1 to Um);

and wherein the main station (H) and the secondary stations (U1 to Um) send information data in the form of data blocks;

and wherein each secondary station (U), after receiving a valid data block, sends to the main station (H) a data block within a defined period of time (ZB), which is randomly selected from several preset time ranges (ZB 1 to ZB 8);

and wherein the data block of the transmitting secondary station (U) includes, in addition to the information data, a code number (CN) which is specific for each secondary station and the time range number (ZBN) corresponding to the selected time range;

and wherein the main station (H), after reception of a valid data block from a secondary station (U) or several valid data blocks from several secondary stations (U1,U2...), returns a data block, which includes, in addition to the information data, a reception signal for those secondary stations (U) whose data were correctly received;

and wherein the relevant secondary stations (U), that have received a reception signal, block their transmitter.

2. Procedure according to Claim 1, wherein the reception signals of the main station (H) are composed of the numbers (ZBN) of the time range (ZB) in which, immediately beforehand, valid data blocks were received from the secondary stations (U), as well as of the pertaining code numbers (CN) of the secondary stations (U).

3. Procedure according to Claim 1 or 2, wherein a time period (ZB1 to ZB8) within which a secondary station transmits, is selected by means of a random generator.

4. Procedure according to Claim 1 or 2, wherein the code number (CN) is a preset number or is a number combination made up of at least two selected time ranges (ZB).

5. Procedure according to any of the above claims, wherein the transmission of data blocks is carried out in the form of protocols.

6. Procedure according to Claim 5, wherein the data blocks are composed of HDLC protocols.

7. Procedure according to Claim 1, wherein the data transmission takes place through infrared signals.

8. Procedure according to Claim 1, wherein the data transmission takes place through spark signals.

9. Procedure according to any of Claims 1 to 8, wherein the main station (H) is alternatively switched (SEU) to Sending (SENh) and Receiving (EMPh), while during the transmission time (TS) a complete data block is sent and during the receiving time (TE), which is divided

into several preset time ranges (ZB1 to ZB8), a data block can be received from as many secondary stations (U1 to Um) as the number of time ranges (ZB1 to ZB8) available.

10. Procedure according to any of Claims 1 to 8, wherein the main station (H) is continually transmitting by means of a preset impulse frame (TZR), while between (TPh) the transmission impulses (TSh) of the main station (H) the receiver of the main station is switched to receiver mode for a preset time (TEh) for transmission impulses (Tsu) from the secondary stations (U1 to Um) during a given time range (ZB), and these transmission impulses (Tsu) are synchronized by the transmission impulses (TSh) from the main station (H).

11. Procedure according to Claim 10, wherein only after reception of a complete data block from the main station (H) do the secondary stations (U1 to Um) start sending the data block by impulse transmission (SIu) within the selected time range (ZB).

12. Installation for the execution of the procedure according to any of Claims 1 to 11, wherein the main station (H) has a transmission and reception installation (Sh, Eh) operable by a time-unit-controlled transmission/reception switch (SEU) each with a subordinated memory for transmitted and received information (SSh, HEh), while between the reception installation (Eh) and the transmitted information memory (She), a reception control installation (Eh) is placed, which, after reception of a valid data block from secondary stations (U1, U2...) stores a first connection link (G1), and in which the transmission/reception switch (SEU) has a time range formation device (ZBV), which is connected through the first connection link (G1) to a memory (SZ) for time range numbers and code numbers (ZBN, CN), which, on its part, is connected to a second connection link placed between the transmission unit (Sh) and the transmitted information memory (SSh), and that each secondary station (U1, U2...) has a reception and a transmission installation (Eu, Su) each with a received and transmitted information memory (SEu, SSu), where, between the reception installation (Eu) and the received information memory (SEu), a reception control installation (EKu) is placed, which is connected to a transmission logic (SL) and has a random generator (ZG), feeding a time link (ZZB) for time ranges on the one hand, and the transmission logic (SL) on the other hand, while the exit of the transmission logic (SL) and the exit of the time link (ZZB) for the time ranges are connected to a third connection link (G3) feeding the transmission installation (Su).

13. Installation according to Claim 12, wherein in each secondary station (U1, U2...) the transmission logic is connected to the reception installation (Eu).

-----

The invention concerns a procedure for the bi-directional transmission of information according to the concept of Claim 1 and to an installation for the execution of the procedure. For transmission of information between a stationary main station and one or more mobile secondary stations, electromagnetic waves can be used, for example, spark signals or infrared light signals. It is also a known procedure to equip the vehicles with induction loops that are introduced into the travel route, and with appropriate reception and transmission installations, for transmission of information in. However, this has the disadvantage that it enables a limited information exchange with only few data quantities between a vehicle and the main station. For bi-directional transmission of information between a stationary main station and any secondary station, as is required for example, for a vehicle guidance system, the following problems may occur:

Within a transmission/reception range of a main station, a large quantity of data must be transmitted, within a relatively short time, between the vehicles, or the secondary stations, and

the main station, for example, a beacon. Such data exchange should occur almost simultaneously. This can be realized by using a large number of different frequency ranges. However, this possibility is limited, i.e. because of a lack of sufficient frequency ranges. It is therefore the task of the invention to provide a procedure that makes it possible to exchange almost simultaneously, within a relatively short time, a large quantity of information data between a stationary main station and a limited number of mobile secondary stations. It is, furthermore, the task of the invention, to provide installations for the execution of such a procedure.

This task is fulfilled by the elements of claim 1 and the elements of claim 12.

According to the invention, the procedure for data transmission between a stationary main station and a limited number of mobile secondary stations needs only one common carrier frequency and/or one transmission format both for the main station and all the secondary stations. The information data may be sent, for example, as a block. When a secondary station has correctly received a data block within the transmission range or reception range of the main station, this secondary station will send a data block to the main station within a certain time range. For this purpose, the time range will be randomly selected from a preset number of time ranges. Along with the data block sent by a secondary station, also a code number specific to each secondary station and the appropriate time range number are transmitted along with the relevant information data. After the main station has received one or more valid data blocks located in various time ranges, the main station will transmit, along with the next data block, also the information data of the main station, a reception signal for those secondary stations whose data it has correctly received. The secondary station, after receiving the relevant reception signal, will now refrain from transmitting. For efficiency's sake, the reception signal could be composed of the code number and time range number of the relevant secondary station.

The time range can be selected efficiently by using the random generator. The code number of a secondary station can be a preset number for each secondary station, or be composed of a number combination made up of at least two but preferably three pre-selected time ranges.

The transmission of the data blocks preferably takes place in the form of protocols, for example, HDLC (High Level Data Link Control) protocols. An essential feature of the data blocks in HDLC protocols is that their content, by the addition or omission of zero bits, is made code-transparent and that they can be equipped with an efficient high quality error identification scheme that can be used for reception control in the main and secondary stations. A further advantage of data block transmission in the form of HDLC protocols is their compatibility in the transmission and reception of NRZI (Non Return to Zero Invert) data. In the existing non-synchronic data transmission, the latter allow the induction of time pulses directly from the NRZI-coded data.

For data exchange between a beacon and several vehicles, the use of infrared light signals has proved to be an appropriate transmission procedure.

A productive transmission procedure, according to the invention, is that the main station sends a complete data block and then switches to reception mode for a certain period of time, while this reception period is divided into several time ranges. In this time, the main station can receive just as many data blocks from secondary stations as it has time ranges available.

In a further embodiment of the invention, the transmission procedure is such that the main station is in a constant state of transmission. Between the different transmission impulses of the main station, the receiver of the main station is switched to reception mode for a preset

time, so that during the transmission of a data block the main station can simultaneously receive information from secondary stations. At the same time, the transmission impulses of the secondary stations are synchronized by the transmission impulses of the main station. Also in this procedure, it is appropriate that the secondary stations start sending only after reception of a complete data block from the main station. The transmission of a data block also occurs within selected time ranges.

Additional details of the procedure and installations for the execution of the procedure are further clarified below by means of drawings. Accordingly:

Fig. 1 shows a main station with its transmission or reception range and various mobile secondary stations.

Fig. 2 shows a time diagram of the transmission and reception signals for alternative switching of the main station from transmission to reception mode.

Fig. 3 shows a time diagram of the transmission and reception impulses for constant transmission and simultaneous reception of the main station.

Fig. 4 shows a time diagram of the transmission signals of the main station and the secondary stations according to figure 3, for several data blocks.

Fig. 5 shows a block switch picture of a main station.

Fig. 6 shows a block switch picture of a secondary station for alternative switching of the main station to transmission and reception mode according to fig. 2, and

Fig. 7 shows a block switch picture of a secondary station for the continuous transmission of the main station according to fig. 3.

The transmission system consists of a stationary main station H, which has both a transmission and a reception installation, and of various mobile secondary stations U1 to Un, which are also equipped both with a transmission and a reception installation. Fig. 1 shows a possible geometrical arrangement of the main and secondary stations. Fig. 1 displays a main station H, which could be a stationary beacon on the edge of a sidewalk. The transmission and reception installation of the main station is preferably mounted to the mast of a traffic light. The transmission or reception range SEB of the main station H encompasses the vehicles moving to the traffic light (H), with the relevant secondary stations U. Within the transmission or reception range SEB there is a limited number (m) of several (n) mobile secondary stations U1 to Um; the other secondary stations Um + 1 till Un are still outside the transmission or reception range SEB. The secondary stations U1 to Um, which are located within the transmission or reception range SEB of the main station H, can perform the data exchange by means of the transmission procedure according to the invention. The transmission of information can take place, for example, by means of infrared light waves. Meanwhile, the main station H cannot transmit continuously using the transmission procedure according to the invention. The main station H transmits and receives alternatively. The main station H sends a complete data block and then switches to reception mode, as shown in the time diagram of Fig. 2. The mobile secondary stations U are normally always switched to reception mode.

Fig. 2 shows the time diagram of the transmission/reception signals during alternative switching of the main station H to transmission (SEN) and reception (EMP) mode. The main

station H starts transmitting (SENh) at point of time  $t_0$  for a time period TS. At the point of time  $t_1$  the main station H switches for a time period TE to reception mode EMPH, at point of time  $t_2$  it switches again to transmission mode SENh for a time period TS, etc.. Meanwhile, the main station (H) releases a complete data block with the information data of the main station, addressed to all secondary stations U1 to U3 located in the transmission or reception range (SEB) of the main station H. The time diagrams for secondary stations U1 to U3 are displayed accordingly on the time diagram of the main station H. The secondary stations U are normally switched to reception mode EMP. Let it be assumed that each one of the secondary stations U1 to U3, which are used in the example, has received (EMPu1, EMPu2, EMPu3) a complete data block, in that case these secondary stations will transmit their data block, on their part, within a time range ZB selected by them from a preset number of time ranges ZB1 to ZB8. In the example of Fig 2, the secondary stations U1 and U3 transmit in the same time range ZB3, i.e. simultaneously. According to the invention procedure, the reception installation of the main station, as will be further explained in the continuation, cannot correctly receive these data blocks, so that they are ignored. Secondary station U2 has sent its data block within the time range ZB7. This can be correctly received and processed by the reception installation of the main station. As aforesaid, with each data block of a secondary station (e.g. U2), in addition to the information data of the secondary station also the code numbers CN (e.g. CN12) of the relevant secondary station (U2) and the time range number (ZBN) of the appropriately selected time range ZB7 are transmitted. After the reception period TE of the main station H, the main station H sends (TS) again a data block, in the example at time point  $t_2$ .

Along with the transmission of information from the main station (H), the time range number and the code number (ZBN and CN) are transmitted to all secondary stations (U), whose data blocks were correctly received immediately before. In the example, this is secondary station U2. This relevant secondary station (U2) is also informed of the fact that the information it transmitted was properly received, so that there is no need for this secondary station to transmit again. The transmission installation of the relevant secondary station is blocked. Since secondary stations U1 and U3, which already transmitted a data block to the main station in transmission time TS of the main station between time points  $t_2$  and  $t_3$ , did not receive a reception signal (ZBN3 + CN9 and ZBN3 + CN3) for the correct reception of their transmission data, these secondary stations (U1, U3) will be indirectly informed that the relevant time range (ZB3) was disturbed and they have to transmit again. After reception of the data blocks transmitted from the main station, the secondary stations U1 and U3 switch to transmission mode (SENu1 and SENu3) at time point  $t_3$ . The selected time range ZB is for secondary station U1 time range ZB1, and for secondary station U2 time range ZB5. The data blocks of both secondary stations (U1 and U3) can be correctly received (EMPH) since they are located in different time ranges (ZB). Along with the transmission of the next data blocks at time point  $t_4$  from main station H, both secondary stations U1 and U3 are informed of the correct reception of their data blocks (ZB1 + CN16, ZB3 + CN2). At time point  $t_5$ , this bi-directional data exchange between a main station and several secondary stations, according to the invention, will continue.

As shown in Fig. 1, it is normally possible for several mobile secondary stations U1 to Um to be within the transmission and reception range SEB of a main station H, according to the number of time ranges ZB available. Had all the secondary stations U transmitted simultaneously, problems could arise when using the described procedure. However, in reality this is not the case, since the procedure according to Fig. 2 should be considered a dynamic process. For the procedure to function, only those secondary stations are of significance which move into the direction of the transmission-reception range SEB of the main station H, because all other secondary stations located within the transmission and reception range of the

main station will, in all probability, already have made a transmission, and were already informed immediately not to transmit any more, as previously described.

If the point of departure is, for example, that the transmission time of a main station is 20 ms and the reception mode lasts 10 ms, then the three secondary stations that enter the transmission/reception range of the main station simultaneously, that is, with a time difference of less than 30 ms, have at least 33 . 8 time ranges ZB at their disposal for the transfer of information to the main station. This number results from the time (assumed value 1 sec) at their disposal until other secondary stations can enter the transmission/reception range of the main station, divided by the sum of each transmission and reception time of the main station. For example, in the case of three secondary stations (U) and eight time ranges (ZB), there exist:

$$\frac{ZB!}{(ZB-U)!} = \frac{8!}{(8-3)!} = \frac{4032}{120} = 336 \text{ variations}$$

out of 512 possible combinations in which the selected time ranges of the secondary stations can differ. This accounts for 65.7%. In eight time range combinations, i.e. in 1.5% of the cases, all three secondary stations send within the same time range, in the remaining 32.8% of the cases a secondary station transmits without disturbance. This means that during the first eight time ranges in 98.5% of the cases at least one secondary station can transmit without disturbance.

In a modified transmission procedure, the transmission of information from the main station (H) to the secondary stations (U) and the response from the secondary station to the main station does not take place in a queue, but occurs simultaneously. This is shown in Fig. 3. Fig. 3 shows the time hierarchy of the transmission signals or transmission impulses. The transmission signal SI<sub>H</sub> of the main station (H) is composed of impulses, preferably in a preset impulse frame. The impulse-pause ratio may range from 1:10 minimum to 1:70 maximum. The transmission impulses SI<sub>H</sub> of the main station (H) are shown in time diagram a) of Fig. 3. Impulses SI<sub>H</sub> are almost continuously transmitted from the main station (H) through a preset impulse frame TZR with a given impulse-pause ratio. In the pauses TPh it is possible to receive (TE<sub>H</sub>) impulses SI<sub>U</sub> from transmitting secondary stations U. In this process, a complete data block DB1, DB2 etc. may have, before and after the actual information data IFo, a sequence of preliminary impulses (VL) and after-impulses (NL). Between each data block DB1, DB2 etc. signal gaps or continuous transmission impulses, so called flag signals, may occur. The transmission information of the main station will then link up into separate data blocks that accumulate without separation line. They can, however, be separated by flag signals or signal gaps, as shown in Fig. 3a.

In transmission impulse diagram a) of main station (H) the transmission impulses SI<sub>U</sub> of the secondary stations U are shown in impulse diagram b). The rectangular transmission impulse SI<sub>U</sub> shown there is actually composed of a sequence of transmission impulses (SI<sub>U</sub>) as shown in Fig. 3d, which are sent by the secondary stations U to the main station H within the impulse pauses TPh of the main station H. Since main station H continuously transmits impulses SI<sub>H</sub> within a given impulse frame, the transmission impulses (SI<sub>U</sub>) can be received (TE<sub>H</sub>) by the secondary stations (U) within the impulse pauses (TPh) of the main station H, as shown in pulse diagrams c) and d) of Fig. 3. The transmission impulse diagram of the main station and the transmission impulse diagram of a secondary station reflect a small part of diagrams a) and b). They are shown in time diagram c) and d).

The transmission impulses  $SI_b$  of main station H are sent within a given time frame  $TZR$  (Fig. 3c and d). The transmission impulse  $SI_h$  lasts for a time period  $TSh$ . The pause till the next transmission impulse is marked  $TPh$ . Within this pulse pause  $TPh$ , the main station H is able to receive for the period  $THe$ . Within this period  $TEh$ , the transmission impulse  $SI_u$  is transmitted from a secondary station U. The transmission signal of the secondary station  $SI_u$  is induced from the transmission signal  $SI_h$  of the main station H and/or is synchronized and lies, after time delay or phase shifting, between two possible transmission impulses  $SI_h$  of the main station H. The transmission impulse time  $TSu$  of the secondary station U will lie between a minimal  $TSu_{min}$  and a maximal  $TSu_{max}$  transmission impulse time.

Fig. 4 shows once again the data exchange process according to this procedure, as described for Fig. 3. Only after a full data block  $DB1$  from the main station (H) has arrived through impulses, can one or more secondary stations  $U1$  to  $U3$  start with the impulse transmission of the data block from each secondary station, which also occurs in selected time ranges (ZB). All in all, these exchange procedures proceed in a similar manner as described in Fig. 2. Along with the information data of the secondary stations, e.g. of secondary station  $U1$ , also the code numbers (CN9) in time range  $ZB3$  of the secondary station  $U1$  are transmitted to main station H. This occurs when main station H sends the second data block  $DB2$ . Only with the third data block  $DB3$  from main station H the correct reception of a data block of the relevant secondary station ( $U1$ ) is confirmed. This proceeds in the manner already described above, that is, that in addition to the transmission information data, the relevant time range and the relevant code number of the secondary station are transmitted, in this example  $ZBN3 + CN9$ . The same occurs in the other secondary stations whose data were correctly received. This is illustrated in Fig. 4, where arrows show the direction of the transmission of information. It shows the time diagram of main station H and below it, accordingly, the time diagrams of secondary stations  $U1$  to  $U3$ . During these transmission procedures it can be seen that a vehicle with its secondary station, entering the transmission range of a main station, receives an "even" data block ( $DB2$ ,  $DB4$  etc.) or an "uneven" data block ( $DB1$ ,  $DB3$ ,  $DB5$  etc.), which are not shown here. Due to the fact that according to this data transmission system responses from the secondary station are to be expected to be either in any "even" data block of the main station only or in any "uneven" data block of the main station only, the invention makes it possible to build priorities for the secondary stations. It could be possible, for example, to reserve the "even" data blocks for special secondary stations with special functions, such as emergency vehicles, whereas all other secondary stations use "uneven" data blocks.

Fig. 5 shows a block switch picture of a main station H. The main station H is equipped with a transmission installation  $Sh$  and a reception installation  $Eh$ , which can be switched, by time pulse control, alternatively to transmission mode SEN and reception mode EPM by means of a transmission/reception switch SEU. For example, the transmission installation  $Sh$  is prepared for transmission and the reception installation  $Eh$  is prepared for reception. For this modified transmission procedure, as described in Fig. 3 and 4, in which the transmission installation  $Sh$  is continually transmitting, the reception installation  $Eh$  is switched to reception mode during the transmission impulse pauses ( $TPH$ ) for a certain period of time ( $THe$ ) by means of a modified transmission/reception switch (EMP). The information data that must be sent are retrieved from a memory in the transmission information  $SSh$  through a contact link, for example, a UND-link G2, to the reception installation  $Su$ . The reception installation  $Eh$  is connected to a reception control installation  $EKh$ , which forwards the correctly received data from a secondary station, that is those with a positive control result, to a storage place for received information  $SEh$ . The information data received from the secondary station or from secondary stations (from  $Su$ ) are stored as complete data blocks in the memory for received information  $SEh$  for further processing, which is not further



elaborated herein. Upon the release of the reception installation Eh, simultaneously an installation for time range formation ZBV is started, which can be a time link. This installation for time range formation ZBV and the reception control installation EK<sub>h</sub> are connected through a contact link, e.g. a UND-link G3 with a memory SZ for reception time range numbers (ZBNP) and specific code numbers (CN). In the event of correctly received data from secondary stations, these specific numbers of time ranges and code numbers are stored in memory SZ.

The exit of this memory SZ is connected to the second entrance of the UND-link G2. The installation for time range formation ZBV can influence the time pulse control of the transmission/reception switch SEU. For example, the installation for time range formation ZBV causes the transmission/reception switch SEU to release the reception installation Eh, and counts with one time link the eight time ranges ZB1 to ZB8, as given in the example. If, within a time range (ZB), the valid reception of a data block is recognized by the reception control installation BK<sub>h</sub>, this signal will be forwarded to the UND-link G1. Through the UND-link G1, the relevant time range number (ZBN) with the received code number (CN) of the relevant secondary station from the received data block is put in the memory SZ for reception time range numbers and code numbers. From memory SZ, the time range number and the code number (ZDN and CN), with the information data from the memory for transmission information SS<sub>h</sub>, reach, during the next transmission SEN from main station H, the transmission installation Sh through the UND-link G2 and from there the secondary stations (Eu).

Fig. 6 shows a block switch picture of a mobile secondary station U. The secondary station U will, in principle, remain in reception mode until a validly recognized data block is received from the main station (from Su). For this purpose, the secondary station U has a reception installation Eu, which is connected to a reception control installation EK<sub>u</sub>. This installation, in turn, is connected to a memory for received information Seu. The secondary station U has a transmission installation Su that receives information data from a memory for transmission information SS<sub>u</sub> from the secondary station when released for transmission by a transmission logic SL. For this purpose, the transmission logic SL in the secondary station U is connected to the reception control EK<sub>u</sub> and with time link ZZB for the formation of time ranges (ZB). The time range (ZB) within which the secondary station U transmits, is selected by a random generator ZG, which controls the time link ZZB for time ranges (ZB) on the one hand, and the transmission logic SL on the other hand. The exit of transmission logic SL and the exit of the time link ZZB for time ranges lead to a UND-link G3 which controls the transmission installation Su in order to put the transmission installation into sending mode and also to transmit the time range number (ZBN) and the specific Code number (CN) of the secondary station U. The secondary station as in Fig. 6 shows the transmission procedure as described in Fig. 2. The main station switches alternatively to transmission and reception mode. A data block received from reception installation Eu from the main station (H) (by Sh) passes first through the reception control installation EK<sub>u</sub> and, in the case of a positive control result, it will be stored in the memory of received information Seu. In the case of a negative control result, the received information will be ignored. If a data block has been correctly received, the secondary station U will send, in a time range (ZB) selected by a pulse generator (TG), the information data from its memory SS<sub>u</sub>, along with the time range number (ZBN) and the specific code number (CN) by means of transmission logic SL to time link ZZB for time ranges, through UND-link G3 and transmission installation Su, to the reception installation of the main station (for Eh). If the secondary station U, upon reception of the data block, has already received the above described reception signal, then the transmission installation Su of the secondary station (U) no longer releases data.

For the modified transmission procedure, as was described for Fig. 3 and 4, the secondary station can be modified. This is displayed in Fig. 7. Fig. 7 shows a block switch picture of a secondary station U completely similar to the block switch picture of the secondary station according to Fig. 6, but with the difference that there is also a connection leading from the transmission logic SL to the reception installation Eu in order to block the reception installation Eu. The main station (H) is continuously transmitting, as already explained above. The secondary station U is, in principle, switched to reception mode until it receives a validly recognized data block from the main station. Afterwards, the reception installation Eu of the secondary station U is blocked during the possible time range (ZB) of its own transmission impulses or the transmission impulses of other secondary station, as long as further signals can still be received within the transmission range of the main station.

Attached hereto 7 pages of drawings.

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3304451 C1

21 Aktenzeichen: P 33 04 451.1-31  
22 Anmeldetag: 9. 2. 83  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 10. 84

51 Int. Cl. 3:  
H 04 L 1/12  
H 04 L 5/18  
G 08 G 1/07

DE 3304451 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

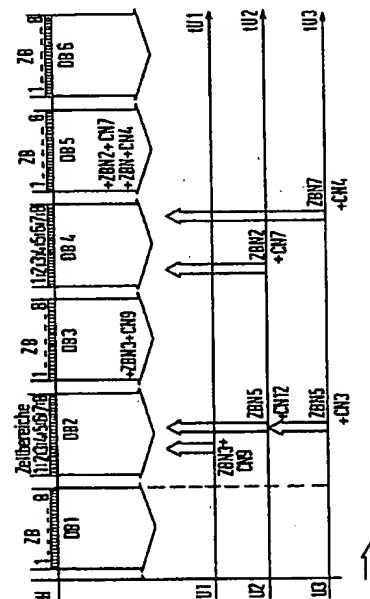
72 Erfinder:  
Kappeller, Reinhard, 8000 München, DE

56 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:  
NICHTS-ERMITTELT

Behördeneigentum

54 Verfahren und Einrichtung zur bidirektionalen Informationsübertragung zwischen einer stationären Hauptstation und mehreren mobilen Unterstationen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur bidirektionalen Informationsübertragung zwischen einer stationären Hauptstation (H) und mehreren mobilen Unterstationen (U1, U2, ...) mittels elektromagnetischer Wellen, beispielsweise Funksignale oder Infrarotlichtsignale. Für die Informationsübertragung ist eine gemeinsame Trägerfrequenz und/oder ein gemeinsames Übertragungsformat vorgesehen. Sie erfolgt in Form von Datenblöcken (DB1, DB2 ...), wobei jede Unterstation (U) nach Empfang eines gültigen Datenblocks (DB1) der Hauptstation (H) einen Datenblock innerhalb eines zufällig ausgewählten Zeitbereichs (ZB) und zusätzlich zu den Informationsdaten eine für jede Unterstation spezifische Codenummer (CN) und die entsprechende Zeitbereichs-Nummer (ZBN) sendet. Nach Empfang gültiger Datenblöcke sendet die Hauptstation (H) erneut einen Datenblock (DB3) mit einem Quittungssignal (ZBN + CN) für diejenigen Unterstationen (U), deren Daten korrekt empfangen wurden. Damit werden die Sender der betreffenden Unterstationen gesperrt. Die Hauptstation (H) kann abwechselnd senden und empfangen oder ständig in einem vorgebbaren Impuls-Raster senden, wobei zwischen den Sendeimpulsen die Hauptstation (H) empfangsbereit geschaltet wird.



DE 3304451 C1

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur bidirektionalen Informationsübertragung zwischen einer Hauptstation (*H*) und mehreren Unterstationen (*U* 1, *U* 2, ...) mittels elektromagnetischer Wellen, wobei die Hauptstation (*H*) eine stationäre Sende-/Empfangs-Station ist und die Unterstationen (*U* 1, *U* 2, ...) eine begrenzte Anzahl (*m*) von mehreren (*n*) mobilen Empfangs-/Sendestationen sind, dadurch gekennzeichnet, daß für die Informationsübertragung zumindest innerhalb eines Sende- bzw. Empfangsbereichs (*SEB*) zwischen der Hauptstation (*H*) und den Unterstationen (*U* 1 bis *U* *m*) eine gemeinsame Trägerfrequenz und/oder ein gemeinsames Übertragungsformat vorgesehen ist, daß die Hauptstation (*H*) und die Unterstationen (*U* 1 bis *U* *m*) jeweils Informationsdaten in Form von Datenblöcken senden, daß jede Unterstation (*U*) nach Empfang eines gültigen Datenblocks der Hauptstation (*H*) einen Datenblock innerhalb eines bestimmten Zeitbereichs (*ZB*) sendet, der aus mehreren vorgegebenen Zeitbereichen (*ZB* 1 bis *ZB* 8) zufällig ausgewählt wird, daß der Datenblock der jeweils sendenden Unterstation (*U*) zusätzlich zu den Informationsdaten eine für jede Unterstation spezifische Code-Nummer (*CN*) und die dem ausgewählten Zeitbereich entsprechende Zeitbereichs-Nummer (*ZBN*) aufweist, daß die Hauptstation (*H*) nach Empfang eines gültigen Datenblocks einer Unterstation (*U*) oder mehrerer gültiger Datenblöcke mehrerer Unterstationen (*U* 1, *U* 2, ...) erneut einen Datenblock sendet, der zusätzlich zu den Informationsdaten ein Quittungssignal für diejenigen Unterstationen (*U*) aufweist, deren Daten korrekt empfangen wurden, und daß die betreffenden Unterstationen (*U*), die ein Quittungssignal empfangen haben, ihren Sender sperren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Quittungssignale der Hauptstation (*H*) aus den jeweiligen Nummern (*ZBN*) des Zeitbereichs (*ZB*), in denen unmittelbar zuvor gültige Datenblöcke der Unterstationen (*U*) empfangen wurden, und aus den dazugehörigen Code-Nummern (*CN*) der Unterstationen (*U*) gebildet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Zeitbereich (*ZB* 1 bis *ZB* 8), innerhalb denen eine Unterstation sendet, mittels eines Zufallsgenerators (*ZG*) ausgewählt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Code-Nummer (*CN*) eine fest vorgegebene Nummer oder eine aus jeweils mindestens zwei ausgewählten Zeitbereichen (*ZB*) gebildete Nummerkombination ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der Datenblöcke in Form von Protokollen erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenblöcke von HDLC-Protokollen gebildet sind.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragung mittels Infrarotsignalen erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Datenübertragung mit Funksignalen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstation (*H*) abwechselnd auf Senden (*SEnh*) und auf Empfang (*EMPh*) geschaltet (*SEU*) wird, wobei in der Sendezeit (*TS*) ein vollständiger Datenblock gesendet wird und in der Empfangszeit (*TE*), die in mehrere vorgebbare Zeitbereiche (*ZB* 1 bis *ZB* 8) unterteilt ist, jeweils ein Datenblock von maximal soviel Unterstationen (*U* 1 bis *U* *m*) empfangen werden kann, wie Zeitbereiche (*ZB* 1 bis *ZB* 8) vorhanden sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstation (*H*) ständig mit einem vorgebbaren Impuls-Raster (*TZR*) sendet, wobei zwischen (*TPh*) den Sendeimpulsen (*TSh*) der Hauptstation (*H*) der Empfänger der Hauptstation eine vorgebbare Zeit (*TEh*) lang für Sendeimpulse (*TSu*) in einen jeweils ausgewählten Zeitbereich (*ZB*) der Unterstationen (*U* 1 bis *U* *m*) empfangsbereits geschaltet wird und diese Sendeimpulse (*TSu*) von den Sendeimpulsen (*TSh*) der Hauptstation (*H*) synchronisiert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterstationen (*U* 1 bis *U* *m*) erst nach dem Empfang eines vollständigen Datenblocks der Hauptstation (*H*) mit dem impulsweisen Senden (*Slu*) des Datenblocks innerhalb des ausgewählten Zeitbereichs (*ZB*) beginnen.

12. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstation (*H*) eine von einem zeittaktgesteuerten Sende-/Empfangs-Umschalter (*SEU*) ansteuerbare Sende- und Empfangseinrichtung (*Sh*, *Eh*) mit jeweils einem nachgeordneten Speicher für Sende- und Empfangsinformationen (*SSh*, *SEh*) aufweist, wobei zwischen der Empfangseinrichtung (*Eh*) und dem Speicher für Sendeinformationen (*SEh*) eine Empfangskontrolleinrichtung (*EKh*) angeordnet ist, die nach Empfang eines gültigen Datenblocks von den Unterstationen (*U* 1, *U* 2, ...) einen erstes Verknüpfungsglied (*G* 1) beaufschlagt, und dem Sende-/Empfangs-Umschalter (*SEU*) eine Zeitbereichsbildungsvorrichtung (*ZBV*) zugeordnet ist, die über das erste Verknüpfungsglied (*G* 1) mit einem Speicher (*SZ*) für Zeitbereich- und Code-Nummern (*ZBN*, *CN*) verbunden ist, der seinerseits mit einem zwischen der Sendeeinrichtung (*Sh*) und dem Speicher für Sendeinformationen (*SSh*) angeordnetem zweiten Verknüpfungsglied (*G* 2) verbunden ist, und daß jede Unterstation (*U* 1, *U* 2, ...) eine Empfangs- und eine Sendeeinrichtung (*Eu*, *Su*) mit jeweils einem nachgeordneten Speicher für Empfangs- und Sendeinformationen (*SEu*, *SSu*) aufweist, wobei zwischen der Empfangseinrichtung (*Eu*) und dem Speicher für Empfangsinformationen (*SEu*) eine Empfangskontrolleinrichtung (*EKu*) angeordnet ist, die mit einer Sendelogik (*SL*) verbunden ist, und ein Zufallsgenerator (*ZG*) vorgesehen ist, der einerseits ein Zeitglied (*ZZB*) für die Zeitbereiche (*ZB*) und andererseits die Sendelogik (*SL*) beaufschlagt, die ihrerseits mit dem Zeitglied (*ZZB*) für die Zeitbereiche verbunden ist, wobei der Ausgang der Sendelogik (*SL*) und der Ausgang des Zeitgliedes (*ZZB*) für die Zeitbereiche mit einem dritten Verknüpfungsglied (*G* 3) verbunden sind, das die Sendeeinrichtung (*Su*) beaufschlagt.

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch ge-

kennzeichnet, daß in jeder Unterstation (U1, U2, ...) die Sendelogik (SL) mit der Empfangseinrichtung (Eu) verbunden ist.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur bidirektionalen Informationsübertragung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

Zur Informationsübertragung zwischen einer stationären Hauptstation und einer oder mehreren ortsveränderlichen Unterstationen können elektromagnetische Wellen, beispielsweise Funksignale oder auch Infrarotlichtsignale verwendet werden. Es ist auch bekannt, zur Informationsübertragung Induktionsschleifen, die in der Fahrbahn eingelassen sind, und geeignete Empfangs- und Sendeeinrichtungen an jeweiligen Fahrzeugen vorzusehen. Dabei ist es jedoch von Nachteil, daß ein Informationsaustausch mit nur geringen Datenmengen zwischen einem Fahrzeug und der Hauptstation möglich ist. Für die bidirektionale Informationsübertragung zwischen einer stationären Hauptstation und einer jeweiligen Unterstation, wie es beispielsweise für ein Fahrzeug-Leitsystem erforderlich ist, ergeben sich folgende Probleme.

Innerhalb eines Sende-/Empfangsbereichs einer Hauptstation muß eine große Datenmenge in verhältnismäßig kurzer Zeit zwischen den Fahrzeugen bzw. den Unterstationen und der Hauptstation, z. B. einer Bake, übertragen werden. Ein derartiger Datenaustausch soll nahezu gleichzeitig erfolgen. Dies kann beispielsweise mit einer Vielzahl von verschiedenen Frequenzbereichen realisiert werden. Dem sind aber u. a. mangels genügender Frequenzbereiche Grenzen gesetzt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, welches es ermöglicht, zwischen einer stationären Hauptstation und einer begrenzten Anzahl von ortsveränderlichen Unterstationen nahezu gleichzeitig eine größere Menge von Informationsdaten in verhältnismäßig kurzer Zeit auszutauschen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, Einrichtungen zur Durchführung eines derartigen Verfahrens anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit Merkmalen des Anspruchs 1 und den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Informationsübertragung zwischen einer stationären Hauptstation und einer begrenzten Anzahl von mobilen Unterstationen weist nur eine gemeinsame Trägerfrequenz und/oder ein der Hauptstation und allen Unterstationen gemeinsames Übertragungsformat auf. Dabei werden die Informationsdaten beispielsweise jeweils blockweise gesendet. Wenn innerhalb des Sende- bzw. Empfangsbereichs der Hauptstation eine Unterstation einen Datenblock korrekt empfangen hat, sendet sie ihrerseits innerhalb eines bestimmten Zeitbereichs einen Datenblock an die Hauptstation. Dabei wird der jeweilige Zeitbereich aus einer vorgegebenen Anzahl von Zeitbereichen zufällig ausgewählt. Mit dem von einer Unterstation gesendeten Datenblock werden zusätzlich zu den jeweiligen Informationsdaten eine für jede Unterstation spezifische Codenummer und die entsprechende Zeitbereichsnummer übertragen. Hat die Hauptstation einen oder mehrere, in verschiedenen Zeitbereichen liegende, gültige Datenblöcke empfangen, so sendet die Hauptstation mit dem nächsten Datenblock zusätzlich

zu den Informationsdaten der Hauptstation ein Quittungssignal für diejenigen Unterstationen, deren Daten sie korrekt empfangen hat. Die jeweilige Unterstation, die ihr betreffendes Quittungssignal empfangen hat, sendet daraufhin nicht mehr. Dabei kann zweckmäßigerweise das Quittungssignal aus der Codenummer und der Zeitbereichsnummer der jeweiligen Unterstation gebildet werden.

Die Auswahl des jeweiligen Zeitbereichs kann in vorteilhafter Weise mit einem Zufallsgenerator getroffen werden. Die jeweilige Codenummer einer Unterstation kann eine für jede Unterstation fest vorgegebene Nummer sein oder aus einer Nummerkombination bestehen, die aus mindestens zwei, vorzugsweise drei, vorangehend ausgewählten Zeitbereichen gebildet wird.

Die Übertragung der Datenblöcke erfolgt vorzugsweise in Form von Protokollen, beispielsweise in HDLC (High-Level-Data-Link-Control)-Protokollen. Ein wesentliches Kennzeichen der Datenblöcke bei HDLC-Protokollen besteht darin, daß deren Inhalt bei Einfügen und Weglassen von Null-Bits codetransparent gemacht wird und daß sie in vorteilhafter Weise ein hochwertiges Fehlererkennungs-Schema, das zur Empfangskontrolle bei Haupt- und Unterstationen herangezogen werden kann, aufweisen. Ein weiterer Vorteil der Datenblockübertragung in Form von HDLC-Protokollen ist die Kompatibilität mit dem Senden und Empfangen von NRZI (Non-Return-To-Zero-Invert)-Daten. Letztere gestatten bei der vorliegenden asynchronen Datenübertragung die Ableitung von Takten direkt aus den NRZI-codierten Daten.

Für den Datenaustausch zwischen einer Bake und mehreren Fahrzeugen hat sich die Verwendung von Infrarot-Lichtsignalen als günstiges Übertragungsverfahren erwiesen.

Ein vorteilhaftes Übertragungsverfahren besteht erfindungsgemäß darin, daß die Hauptstation einen vollständigen Datenblock sendet, dann für eine bestimmte Zeit auf Empfang schaltet, wobei diese Empfangszeit in mehrere vorgegebene Zeitbereiche unterteilt ist. In dieser Zeit kann die Hauptstation maximal soviel Datenblöcke von Unterstationen empfangen, wie Zeitbereiche vorgesehen sind.

In einer Weiterbildung der Erfindung besteht das Übertragungsverfahren darin, daß die Hauptstation ständig sendet. Zwischen den einzelnen Sendepulsen der Hauptstation ist der Empfänger der Hauptstation für eine vorgegebene Zeit auf Empfang geschaltet, so daß während des Sendens eines Datenblocks die Hauptstation gleichzeitig Informationen von Unterstationen empfangen kann. Dabei werden die Sendepulse der Unterstationen von den Sendepulsen der Hauptstation synchronisiert. Auch bei diesem Verfahren ist es zweckmäßig, daß die Unterstationen erst nach dem Empfang eines vollständigen Datenblocks der Hauptstation mit dem Senden beginnen. Dabei erfolgt das Aussenden eines Datenblocks ebenfalls innerhalb ausgewählter Zeitbereiche.

Weitere Einzelheiten des Verfahrens und Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die

Fig. 1 eine Hauptstation mit ihrem Sende- bzw. Empfangsbereich und mehrere mobile Unterstationen,

Fig. 2 ein Zeitdiagramm der Sende- und Empfangssignale für abwechselnde Umschaltung der Hauptstation von Senden auf Empfangen,

Fig. 3 ein Zeitdiagramm der Sende- und Empfangs-

impulse für ständiges Senden und gleichzeitiges Empfangen der Hauptstation,

Fig. 4 ein Zeitdiagramm der Sendesignale der Hauptstation und der Unterstationen gemäß Fig. 3 für mehrere Datenblöcke,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Hauptstation,

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer Unterstation für abwechselnde Umschaltung der Hauptstation auf Senden und Empfangen gemäß Fig. 2 und

Fig. 7 ein Blockschaltbild einer Unterstation für ständiges Senden der Hauptstation gemäß Fig. 3.

Das Übertragungssystem besteht aus einer stationären Hauptstation  $H$ , die sowohl eine Sende- als auch eine Empfangseinrichtung besitzt und aus mehreren mobilen Unterstationen  $U1$  bis  $Un$ , die ebenfalls mit Empfangs- als auch mit Sendeeinrichtungen ausgerüstet sind. In Fig. 1 ist eine mögliche geometrische Anordnung von Haupt- und Unterstationen gezeigt. In Fig. 1 ist eine Hauptstation  $H$  dargestellt, die eine ortsfeste Bake am Straßenrand sein kann. Die Sende- und Empfangseinrichtung der Hauptstation wird vorzugsweise am Mast einer Verkehrsampel montiert sein. Der Sende- bzw. Empfangsbereich  $SEB$  der Hauptstation  $H$  faßt die auf die Verkehrsampel ( $H$ ) zufließenden Fahrzeuge mit den jeweiligen Unterstationen  $U$ . Es befindet sich eine begrenzte Anzahl ( $m$ ) von mehreren ( $n$ ) ortsveränderlichen Unterstationen  $U1$  bis  $Um$  im Sende- bzw. Empfangsbereich  $SEB$ ; die übrigen Unterstationen  $Um + 1$  bis  $Un$  befinden sich noch außerhalb des Sende- bzw. Empfangsbereichs  $SEB$ . Die im Sende- bzw. Empfangsbereich  $SEB$  der Hauptstation  $H$  befindlichen Unterstationen  $U1$  bis  $Um$  können mit der Hauptstation  $H$  den Datenaustausch nach dem erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren vornehmen. Die Informationsübertragung kann beispielsweise mittels Infrarot-Lichtwellen erfolgen. Dabei kann nach einem erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren die Hauptstation  $H$  nicht ständig senden. Die Hauptstation  $H$  sendet und empfängt jeweils abwechselnd. Die Hauptstation  $H$  sendet einen vollständigen Datenblock und schaltet dann auf Empfang, wie im Zeitdiagramm in der Fig. 2 dargestellt ist. Die mobilen Unterstationen  $U$  sind normalerweise immer auf Empfang geschaltet.

In Fig. 2 ist das Zeitdiagramm der Sende-/Empfangssignale bei abwechselnder Umschaltung der Hauptstation  $H$  auf Senden ( $SEN$ ) und Empfangen ( $EMP$ ) gezeigt. Die Hauptstation  $H$  beginnt zum Zeitpunkt  $t_0$  für die Zeit  $TS$  zu Senden  $SENh$ . Zum Zeitpunkt  $t_1$  schaltet die Hauptstation  $H$  für die Zeit  $TE$  auf Empfang  $EMPh$ , zum Zeitpunkt  $t_2$  wieder für die Zeit  $TS$  auf Senden  $SENh$ , usw. Dabei setzt die Hauptstation einen vollständigen Datenblock mit den Informationsdaten der Hauptstation ab, die an alle im Sende- bzw. Empfangsbereich ( $SEB$ ) der Hauptstation  $H$  befindlichen Unterstationen  $U1$  bis  $U3$  gerichtet sind. Die Zeitdiagramme für die Unterstationen  $U1$  bis  $U3$  sind entsprechend unter dem Zeitdiagramm der Hauptstation  $H$  dargestellt. Die Unterstationen  $U$  sind normalerweise auf Empfang  $EMP$  geschaltet. Es sei nun angenommen, daß jede der hier im Beispiel aufgeführten Unterstationen  $U1$  bis  $U3$  jeweils einen vollständigen Datenblock empfangen ( $EMPu1$ ,  $EMPu2$ ,  $EMPu3$ ) hat, so senden die jeweiligen Unterstationen ihrerseits innerhalb eines von ihnen ausgewählten Zeitbereichs  $ZB$  aus einer vorgegebenen Anzahl von Zeitbereichen  $ZB1$  bis  $ZB8$  ihren Datenblock. Im Beispiel nach Fig. 2 senden die Unterstationen  $U1$  und  $U3$  im selben Zeitbereich  $ZB3$ , d. h. gleichzeitig. Nach dem erfindungsgemäßen Verfah-

ren kann die Empfangseinrichtung der Hauptstation, wie später noch erläutert wird, diese Datenblöcke nicht richtig empfangen, so daß sie ignoriert werden. Die Unterstation  $U2$  hat ihren Datenblock im Zeitbereich  $ZB7$  gesendet. Dieser kann von der Empfangseinrichtung der Hauptstation korrekt empfangen und verarbeitet werden. Wie oben schon ausgeführt, wird mit jedem Datenblock einer Unterstation (z. B.  $U2$ ) zusätzlich zu den Informationsdaten der Unterstation die Codennummer  $CN$  (z. B.  $CN12$ ) der betreffenden Unterstation ( $U2$ ) und die Zeitbereichsnummer  $ZBN$  des entsprechend ausgewählten Zeitbereichs  $ZB7$  mitübertragen. Nach der Empfangszeit  $TE$  der Hauptstation  $H$  sendet ( $TS$ ) die Hauptstation  $H$  wieder einen Datenblock, hier im Ausführungsbeispiel zum Zeitpunkt  $t_2$ .

Mit den Sendeinformationen der Hauptstation ( $H$ ) werden die Zeitbereichs- und Codenummern ( $ZBN$  und  $CN$ ) aller jener Unterstationen ( $U$ ) gesendet, deren Datenblöcke unmittelbar zuvor korrekt empfangen wurden. Im Ausführungsbeispiel ist dies die Unterstation  $U2$ . Dieser betreffenden Unterstation ( $U2$ ) wird daher mitgeteilt, daß ihre Sendeinformationen richtig empfangen wurden, so daß ein erneutes Senden dieser Unterstation nicht mehr nötig ist. Die Sendeeinrichtung der betreffenden Unterstation wird gesperrt. Da die bereits gesendet habenden Unterstationen  $U1$  und  $U3$  mit dem Datenblock der Hauptstation in der Sendezeit  $TS$  der Hauptstation zwischen den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  kein Quittungssignal ( $ZBN3 + CN9$  und  $ZBN3 + CN3$ ) über den korrekten Empfang ihre Sendedaten erhalten haben, wird diesen Unterstationen ( $U1$ ,  $U3$ ) indirekt mitgeteilt, daß der betreffende Zeitbereich ( $ZB3$ ) gestört war und sie erneut senden müssen. Nach Empfang des gesendeten Datenblocks der Hauptstation schalten die Unterstationen  $U1$  und  $U3$  zum Zeitpunkt  $t_3$  auf Senden ( $SENu1$  und  $SENu3$ ). Der ausgewählte Zeitbereich  $ZB$  sei für die Unterstation  $U1$  der Zeitbereich  $ZB1$  und für die Unterstation  $U2$  der Zeitbereich  $ZB5$ . Die Datenblöcke der beiden Unterstationen ( $U1$  und  $U3$ ) können korrekt empfangen ( $EMPh$ ) werden, da sie in verschiedenen Zeitbereichen ( $ZB$ ) liegen. Mit dem Senden des nächsten Datenblocks ab dem Zeitpunkt  $t_4$  der Hauptstation  $H$  wird den beiden Unterstationen  $U1$  und  $U3$  der korrekte Empfang ihrer Datenblöcke mitgeteilt ( $ZB1 + CN16$ ,  $ZB5 + CN2$ ). Mit dem Zeitpunkt  $t_5$  setzt sich dieser erfindungsgemäße, bidirektionale Datenaustausch zwischen einer Hauptstation und mehreren Unterstationen fort.

Normalerweise können sich im Sende- und Empfangsbereich  $SEB$  der Hauptstation  $H$ , wie in Fig. 1 prinzipiell dargestellt, mehrere mobile Unterstationen  $U1$  bis  $Um$  aufhalten, als Zeitbereiche  $ZB$  vorhanden sind. Würden alle Unterstationen  $U$  gleichzeitig senden, könnten sich bei dem beschriebenen Verfahren Probleme ergeben. In der Praxis ist dies jedoch nicht der Fall, da der Ablauf nach Fig. 2 dynamisch betrachtet werden muß. Für die Funktion des Verfahrens sind nur die jeweils in den Sende-Empfangsbereich  $SEB$  der Hauptstation  $H$  einfahrenden Unterstationen von Interesse, da alle anderen im Sende- und Empfangsbereich der Hauptstation befindlichen Unterstationen mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits gesendet haben, und ihnen, wie bereits beschrieben, direkt mitgeteilt wurde, nicht mehr zu senden.

Geht man von einer beispielsweise Sendezeit der Hauptstation von 20 ms und einer Empfangsbereitschaft von 10 ms aus, dann stehen für drei Unterstationen

nen, die gleichzeitig, d. h. mit einer Zeitdifferenz von kleiner als 30 ms. in den Sende- bzw. Empfangsbereich der Hauptstation einfahren, mindestens 33 · 8 Zeitbereiche *ZB* zur Übertragung von Informationen zur Hauptstation zur Verfügung. Diese Anzahl ergibt sich aus der Zeit (angenommener Wert 1 Sek.) die zur Verfügung steht, bis weitere Unterstationen in den Sende- bzw. Empfangsbereich der Hauptstation einfahren können, geteilt durch die Summe aus je einer Sende- und Empfangszeit der Hauptstation. Bei beispielsweise drei Unterstationen (*U*) und acht Zeitbereichen (*ZB*) ergeben sich:

$$\frac{ZB!}{(ZB-U)!} = \frac{8!}{(8-3)!} = \frac{4032}{120} = 336 \text{ Variationen}$$

aus 512 möglichen Kombinationen in denen die gewählten Zeitbereiche der Unterstationen verschieden sind. Das entspricht 65,7%. Bei acht Zeitbereichskombinationen, d. h. bei 1,5% der Fälle senden alle drei Unterstationen im selben Zeitbereich, in den restlichen 32,8% der Fälle sendet eine Unterstation ungestört. Somit gilt bereits für die ersten acht Zeitbereiche, daß in 98,5% der Fälle mindestens eine Unterstation ungestört senden kann.

In einem abgewandelten Übertragungsverfahren erfolgt die Informationsübertragung von der Hauptstation (*H*) zu den Unterstationen (*U*) und die Rückmeldung von der Unterstation zur Hauptstation nicht nacheinander sondern gleichzeitig. Dies ist in Fig. 3 veranschaulicht. Die Fig. 3 zeigt die zeitliche Staffelung der Sendesignale bzw. -impulse. Das Sendesignal *Slh* der Hauptstation *H* besteht aus Impulsen, vorzugsweise in einem vorgegebenen Impuls-Raster. Das Impulspausenverhältnis kann dabei minimal 1 : 10 bis maximal 1 : 70 betragen. Die Sendeimpulse *Slh* der Hauptstation *H* sind im Zeitdiagramm a) der Fig. 3 dargestellt. Es werden nahezu ständig von der Hauptstation *H* Impulse *Slh* von einem vorgegebenen Impulsraster *TZR* mit einem bestimmten Impulspausenverhältnis gesendet. In den Impulspausen *TPh* können Impulse *Slu* von sendenden Unterstationen *U* empfangen (*TEh*) werden. Dabei kann ein vollständiger Datenblock *DB 1*, *DB 2* usw. vor und nach den eigentlichen Informationsdaten *IF 0* eine Reihe von Vorlauf (*VL*)- und Nachlauf (*NL*)-Impulsen aufweisen. Zwischen jedem Datenblock *DB 1*, *DB 2* usw. können Signallücken oder fortlaufende Sendeimpulse, sogenannte Flaggsignale, vorgesehen sein. Die Sendeinformation der Hauptstation gliedert sich also in einzelne Datenblöcke, die sich nahtlos aneinander reihen. Sie können jedoch auch durch Flaggsignale oder Signallücken voneinander getrennt sein, wie in Fig. 3a gezeigt.

Unter dem Sendeimpulsdiagramm a) der Hauptstation *H* sind die Sendeimpulse *Slu* der Unterstationen *U* im Impulsdiagramm b) dargestellt. Der dort gezeigte rechteckförmige Sendeimpuls *Slu* besteht in Wahrheit aus einer Reihe von Sendeimpulsen (*Slu*), wie in Fig. 3d gezeigt, die innerhalb der Impulspausen *TPh* der Hauptstation (*H*) von der Unterstation *U* an die Hauptstation *H* gesendet werden. Da die Hauptstation *H* ständig Impulse *Slh* in einem bestimmten Impuls-Raster sendet, können Sendeimpulse (*Slu*) von Unterstationen (*U*) innerhalb der Impulspausen (*TPh*) der Hauptstation *H* empfangen (*TEh*) werden, wie in den Pulsdiagrammen c) und d) der Fig. 3 dargestellt ist. Das Sendeimpulsdiagramm der Hauptstation und das Sendeimpulsdiagramm einer Unterstation stellt einen schmalen Ausschnitt aus den Diagrammen a) und b) dar. Diese sind im

Zeitdiagramm c) und d) dargestellt.

Die Sendeimpulse *Slh* der Hauptstation *H* werden in einem bestimmten Zeitraster *TZR* (Fig. 3c und d) gesendet. Der Sendeimpuls *Slh* hat die Zeitdauer *TSh*. Die Pause bis zum nächsten Sendeimpuls ist mit *TPh* bezeichnet. Innerhalb dieser Pulspause *TPh* ist die Hauptstation *H* für die Zeit *TEh* empfangsbereit. Innerhalb dieser Zeit *TEh* wird der Sendeimpuls *Slu* einer Unterstation *U* gesendet. Das Sendesignal der Unterstation *Slu* wird vom Sendesignal *Slh* der Hauptstation *H* abgeleitet und/oder synchronisiert und liegt zeitverzögert bzw. phasenverschoben zwischen zwei möglichen Sendeimpulsen *Slh* der Hauptstation *H*. Dabei liegt die Sendeimpulszeit *TSu* der Unterstation *U* zwischen einem minimalen *TSu min* und einer maximalen *TSu max* Sendeimpulszeit.

In Fig. 4 ist der Ablauf des Datenaustausches gemäß dem Verfahren, wie zur Fig. 3 beschrieben, noch einmal dargestellt. Erst wenn impulsweise ein vollständiger Datenblock *DB 1* der Hauptstation *H* abgesetzt ist, kann eine oder mehrere Unterstationen *U 1* bis *U 3* mit dem impulsweisen Aussenden des jeweiligen Datenblocks der Unterstation beginnen, wobei dies ebenfalls in ausgewählten Zeitbereichen (*ZB*) erfolgt. Insgesamt gesehen, ergeben sich bei diesen Übertragungsverfahren ähnliche Verhältnisse wie beim erst beschriebenen Verfahren anhand der Fig. 2. Mit den Informationsdaten der Unterstationen, z. B. der Unterstation *U 1*, werden zusätzlich die Codenummern (*CN 9*) im Zeitbereich *ZB 3* der Unterstation *U 1* zur Hauptstation *H* übertragen. Dies geschieht während die Hauptstation *H* den zweiten Datenblock *DB 2* sendet. Erst mit dem dritten Datenblock *DB 3* der Hauptstation *H* wird der korrekte Empfang eines Datenblocks der betreffenden Unterstation (*U 1*) quittiert. Dies geschieht in der oben schon beschriebenen Weise, nämlich daß zusätzlich zu den Sendeinformationsdaten der betreffende Zeitbereich und die entsprechende Codenummer der Unterstation übertragen wird, in diesem Beispiel *ZBN 3 + CN 9*. Ebenso geschieht dies für die weiteren Unterstationen, deren Daten korrekt empfangen wurden. In Fig. 4 ist dies veranschaulicht, wobei mit den Pfeilen die jeweiligen Informationsrichtungen angegeben sind. Dort ist das Zeitdiagramm der Hauptstation *H* und darunter entsprechend die Zeitdiagramme der Unterstationen *U 1* bis *U 3* dargestellt. Bei diesen Übertragungsverfahren ergibt sich, daß ein in den Sendebereich einer Hauptstation einfahrendes Fahrzeug mit seiner Unterstation einen »geradzahlig« Datenblock (*DB 2*, *DB 4* usw.) oder einen »ungeradzahlig« Datenblock (*DB 1*, *DB 3*, *DB 5* usw.), hier nicht dargestellt, empfängt. Aus der Tatsache, daß bei diesen Übertragungsverfahren systembedingt nur entweder in jedem »geradzahlig« Datenblock der Hauptstation oder nur in jedem »ungeradzahlig« Datenblock Rückmeldungen der Unterstationen zu erwarten sind, lassen sich erfindungsgemäß auch Prioritäten für die Unterstationen einbauen. Beispielsweise können für spezielle Unterstationen mit Sonderfunktionen, z. B. Notdienst-Fahrzeuge, die »geradzahlig« Datenblöcke reserviert sein, während für alle anderen Unterstationen »ungeradzahlige« Datenblöcke vorgesehen sind.

In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer Hauptstation *H* dargestellt. Die Hauptstation *H* weist eine Sendeeinrichtung *Sh* und eine Empfangseinrichtung *Eh* auf, die zeittaktgesteuert abwechselnd auf Senden *SEN* und auf Empfang *EMP* mit einer Sende-/Empfangs-Umschaltung *SEU* umgeschaltet werden können. Beispielsweise



wird die Sendeeinrichtung *Sh* für Senden und die Empfangseinrichtung *Eh* für Empfangen freigegeben. Für das abgewandelte Übertragungsverfahren, wie es anhand der Fig. 3 und 4 beschrieben wurde, bei dem die Sendeeinrichtung *Sh* ständig sendet, wird die Empfangseinrichtung *Eh* in den Sendepulspausen (*TPh*) für eine bestimmte Zeit (*TEh*) mit einem modifizierten Send-/Empfangs-Umschalter (*EMP*) empfangsbereit geschaltet. Die zu sendenden Informationsdaten gelangen aus einem Speicher für Sendeeinformationen *SSH* über ein Verknüpfungsglied, z. B. ein UND-Glied *G2* an die Sendeeinrichtung *Su*. Die Empfangseinrichtung *Eh* ist mit einer Empfangskontrolleinrichtung *EKh* verbunden, die die korrekt empfangenen Daten einer Unterstation, also bei einem positiven Kontrollergebnis, an eine Speichereinrichtung für Empfangsinformationen *SEh* weitergibt. Die empfangenen Informationsdaten der Unterstation bzw. der Unterstationen (von *Su*) werden als vollständige Datenblöcke im Speicher für die Empfangsinformationen *SEh* für eine weitere, hier nicht näher behandelte Verarbeitung abgelegt. Mit der Freigabe der Empfangseinrichtung *Eh* wird gleichzeitig eine Zeitbereichsbildungsvorrichtung *ZBV*, die ein Zeitglied sein kann, gestartet. Die Zeitbereichsbildungsvorrichtung *ZBV* und die Empfangskontrolleinrichtung *EKh* sind über ein Verknüpfungsglied, z. B. ein UND-Glied *G3* mit einem Speicher *SZ* für Empfangszeitbereich-Nummern (*ZBN*) und spezifische Codenummer (*CN*) verbunden. Bei korrekt empfangenen Daten der Unterstationen werden die jeweiligen Zeitbereichs- und Codenummern im Speicher *SZ* gespeichert.

Der Ausgang dieses Speichers *SZ* ist mit dem zweiten Eingang des UND-Gliedes *G2* verbunden. Die Zeitbereichsbildungsvorrichtung *ZBV* kann die Zeittaktsteuerung der Send-/Empfangs-Umschaltung *SEU* beeinflussen. Beispielsweise veranlaßt die Zeitbereichsbildungsvorrichtung *ZBV* die Send-/Empfangs-Umschaltung *SEU*, die Empfangseinrichtung *Eh* freizugeben und zählt mit einem Zeitglied die im Ausführungsbeispiel vorgegebenen acht Zeitbereiche *ZB1* bis *ZB8* durch. Wird innerhalb eines Zeitbereichs (*ZB*) der gültige Empfang eines Datenblocks von der Empfangskontrolleinrichtung *EKh* erkannt, so gelangt dieses Signal an das UND-Glied *G1*. Über das UND-Glied *G1* wird die betreffende Zeitbereichsnummer (*ZBN*) mit der empfangenen Codenummer (*CN*) der betreffenden Unterstation aus dem empfangenen Datenblock in den Speicher *SZ* für Empfangszeitbereich- und Codenummer gegeben. Aus dem Speicher *SZ* gelangen beim nächsten Senden *SEN* der Hauptstation *H* die Zeitbereichsnummer und die Codenummer (*ZBN* und *CN*) mit den Informationsdaten aus dem Speicher für Sendeeinformationen *SSH* über das UND-Glied *G2* an die Sendeeinrichtung *Sh* und damit an die Unterstationen (zu *Eu*).

In Fig. 6 ist ein Blockschaltbild einer mobilen Unterstation *U* dargestellt. Die Unterstation *U* befindet sich grundsätzlich solange im Betriebszustand »Empfang« bis ein als gültig erkannter Datenblock der Hauptstation (von *Su*) empfangen wurde. Dazu weist die Unterstation *U* eine Empfangseinrichtung *Eu* auf, die mit einer Empfangskontrolleinrichtung *EKu* verbunden ist. Diese wiederum steht mit einem Speicher für Empfangsinformationen *SEu* in Verbindung. Die Unterstation *U* weist eine Sendeeinrichtung *Su* auf, die Informationsdaten aus einem Speicher für Sendeeinformationen *SSu* der Unterstation erhält, und von einer Sendelogik *SL* zum Senden freigegeben wird. Dazu ist in der Unterstation *U* die Sendelogik *SL* mit der Empfangskontrolle

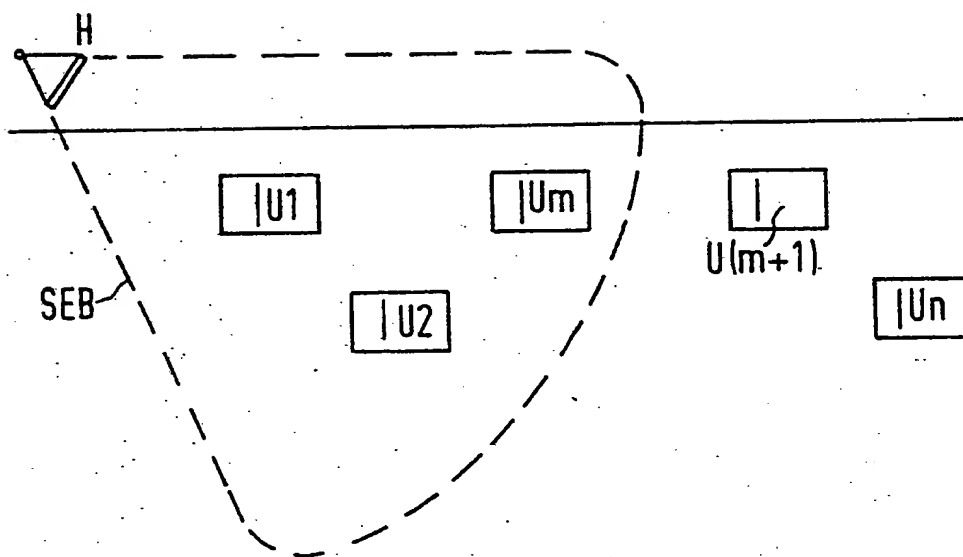
*EKu* und einem Zeitglied *ZZB* für die Bildung der Zeitbereiche (*ZB*) verbunden. Der Zeitbereich (*ZB*), innerhalb dem die Unterstation *U* sendet, wird von einem Zufallsgenerator *ZG* ausgewählt, der einerseits das Zeitglied *ZZB* für die Zeitbereiche (*ZB*) und andererseits die Sendelogik *SL* ansteuert. Der Ausgang der Sendelogik *SL* und der Ausgang des Zeitgliedes *ZZB* für Zeitbereiche führen auf ein UND-Glied *G3*, das die Sendeeinrichtung *Su* ansteuert, um die Sendeeinrichtung zum Senden freizugeben und auch die Zeitbereichsnummer (*ZBN*) und die spezifische Codenummer (*CN*) der Unterstation *U* zu übertragen. Die Unterstation *U* gemäß Fig. 6 ist für das Übertragungsverfahren, wie es bei der Fig. 2 beschrieben ist, ausgelegt. Die Hauptstation schaltet abwechselnd auf Senden und Empfangen. Eine von der Empfangseinrichtung *Eu* empfangener Datenblock der Hauptstation (von *Sh*) durchläuft zuerst die Empfangskontrolleinrichtung *EKu* und wird bei positivem Kontrollergebnis im Speicher für Empfangsinformationen *SEu* abgelegt. Beim negativen Kontrollergebnis wird die Empfangsinformation ignoriert. Ist ein Datenblock korrekt empfangen worden, so sendet in einem vom Taktgenerator *TG* ausgewählten Zeitbereich (*ZB*) die Unterstation *U* die Informationsdaten aus ihrem Speicher *SSu* nebst der Zeitbereichsnummer (*ZBN*) und der spezifischen Codenummer (*CN*) mittels der Sendelogik *SL*, dem Zeitglied *ZZB* für Zeitbereiche, dem UND-Glied *G3* und der Sendeeinrichtung *Su* an die Empfangseinrichtung der Hauptstation (zu *Eh*). Hat die Unterstation *U* mit dem danach empfangenen Datenblock das oben schon beschriebene Quittungssignal erhalten, so wird die Sendeeinrichtung *Su* der Unterstation (*U*) nicht mehr freigegeben.

Für das abgewandelte Übertragungsverfahren, wie es anhand der Fig. 3 und 4 beschrieben wurde, ist die Unterstation zu modifizieren. Dies ist in Fig. 7 dargestellt. Die Fig. 7 zeigt ein Blockschaltbild einer Unterstation *U* ganz ähnlich dem Blockschaltbild der Unterstation gemäß der Fig. 6, jedoch mit dem Unterschied, daß zusätzlich eine Verbindung von der Sendelogik *SL* zu der Empfangseinrichtung *Eu* führt, um die Empfangseinrichtung *Eu* zu sperren. Die Hauptstation sendet ständig, wie oben schon erläutert. Die Unterstation *U* ist grundsätzlich solange auf Empfang geschaltet, bis sie einen als gültig erkannten Datenblock der Hauptstation empfangen hat. Danach wird die Empfangseinrichtung *Eu* der Unterstation *U* im möglichen Zeitbereich (*ZB*) eigener Sendepulse bzw. Sendepulse anderer Unterstationen gesperrt, solange noch weitere Signale innerhalb des Sendebereichs der Hauptstation empfangen werden können.

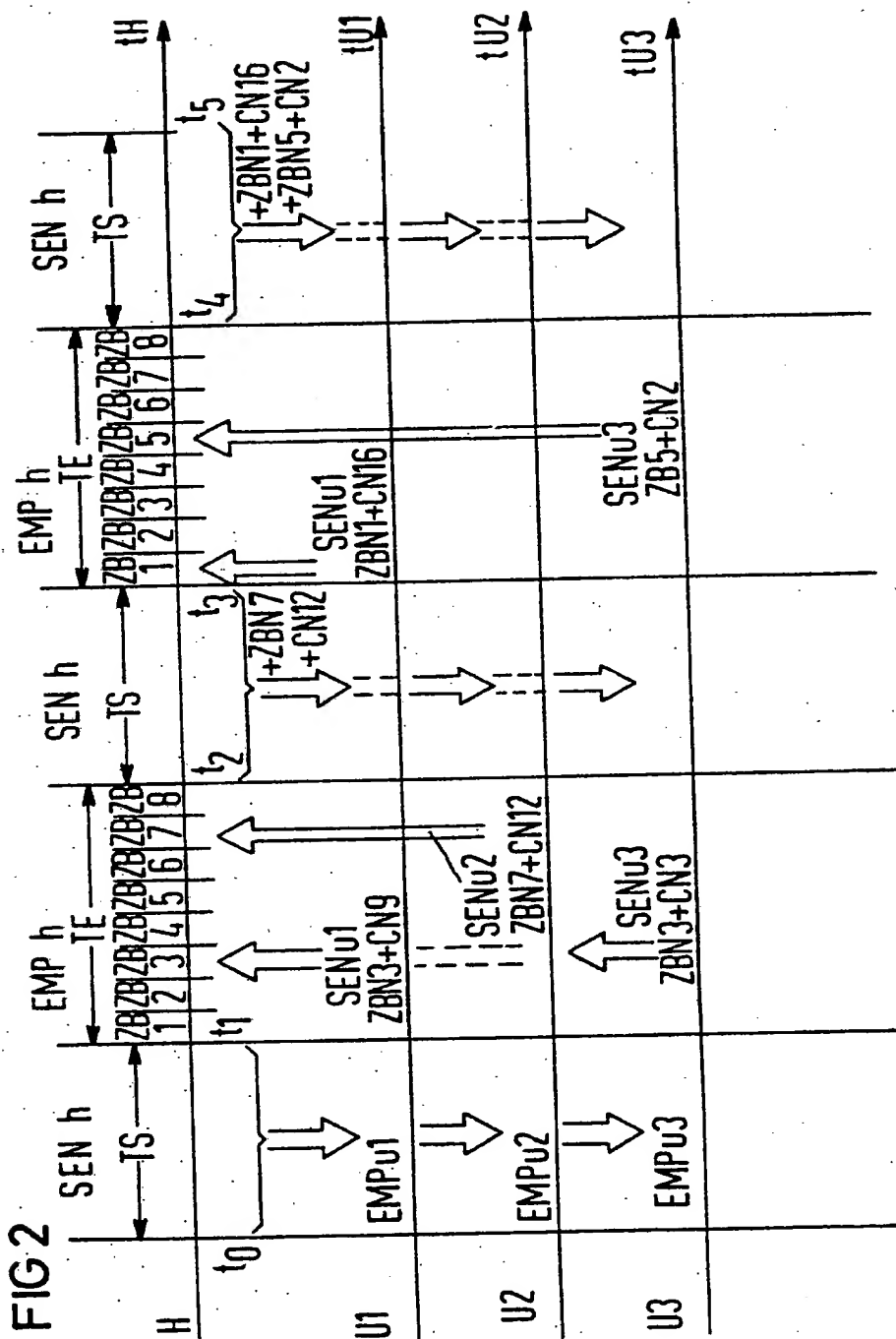
Hierzu 7 Blatt Zeichnungen



FIG 1



**FIG 2**



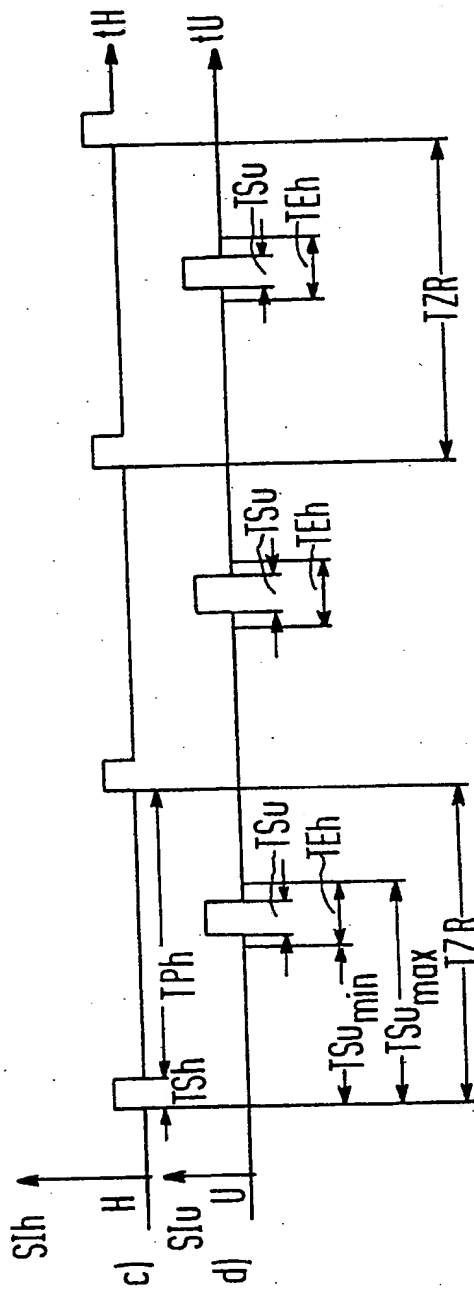
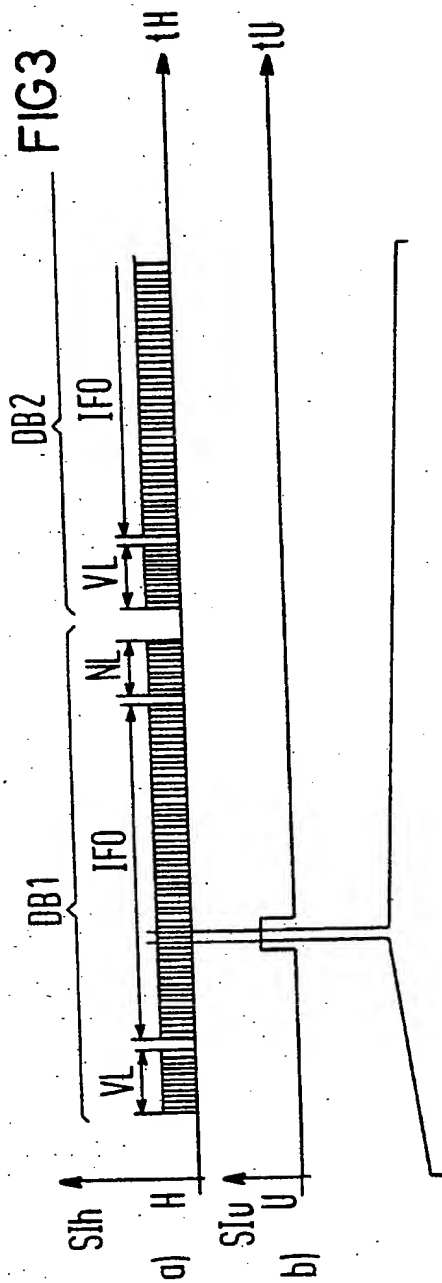


FIG 4

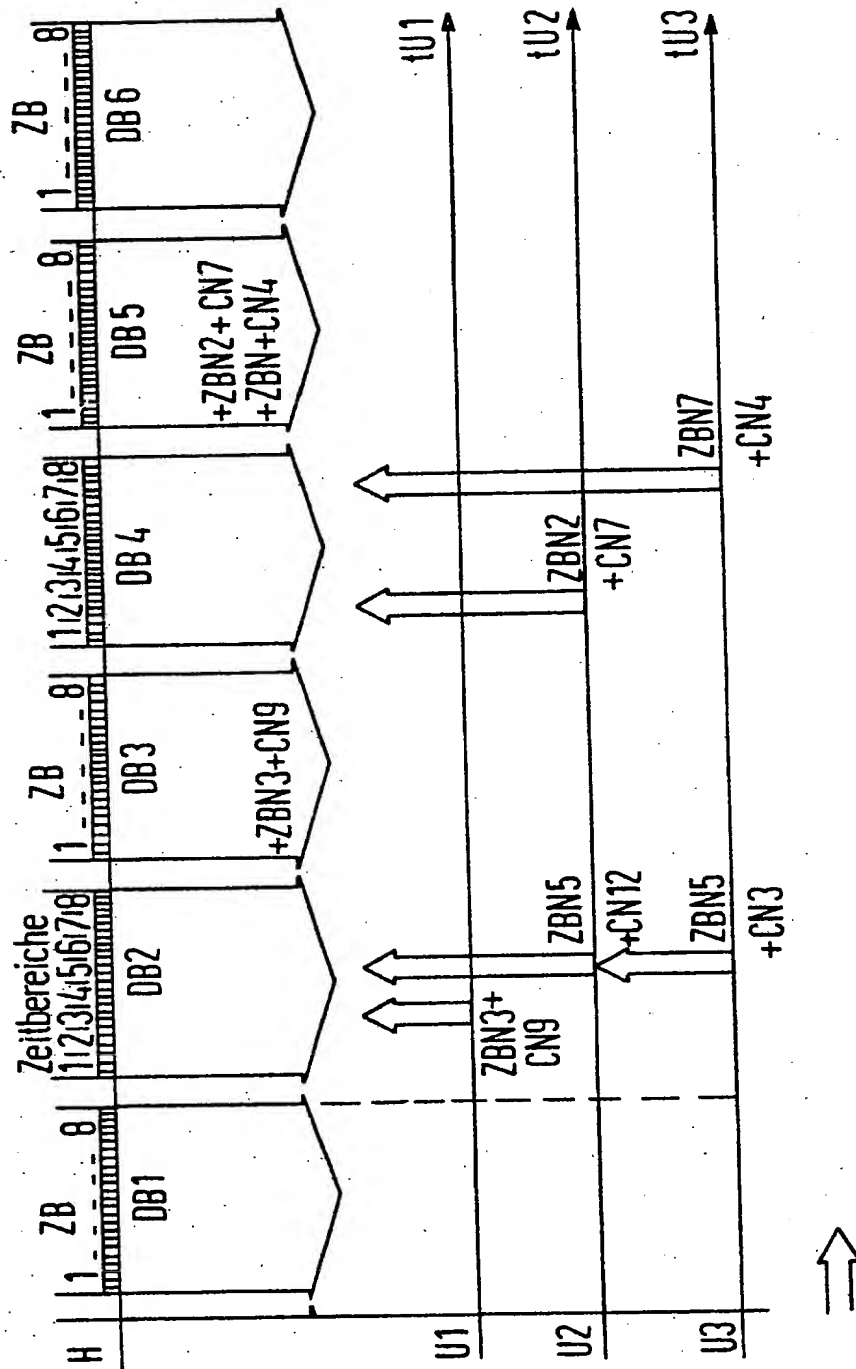


FIG 5

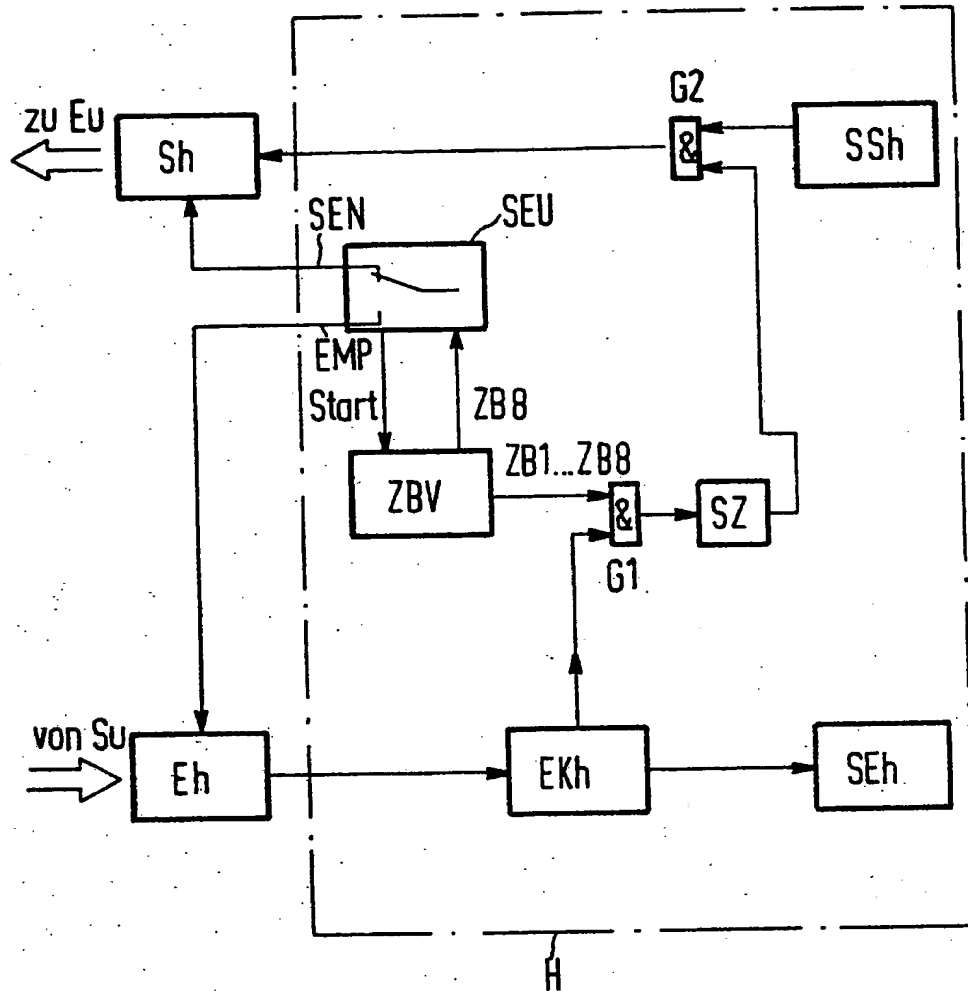


FIG 6

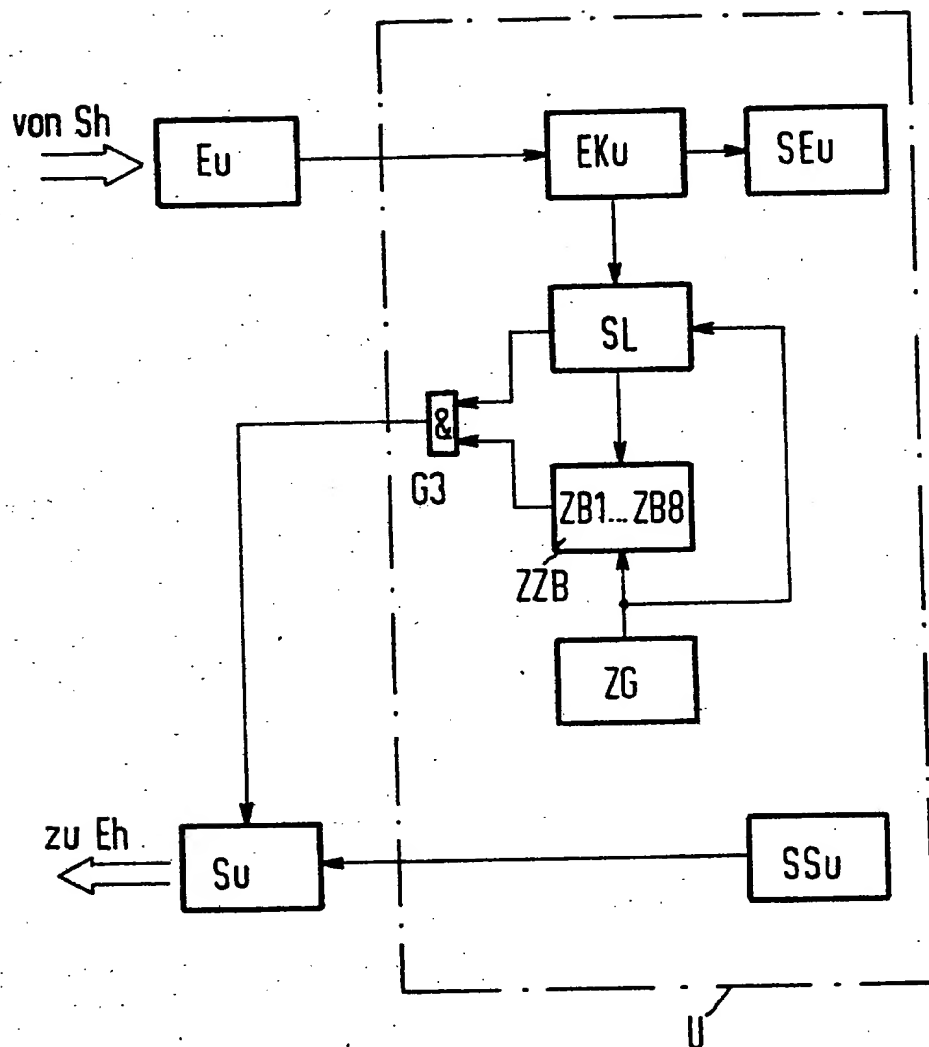


FIG 7

